

路边停车场管理系统的研究和实现

侯维岩¹, 崔源², 党蟒¹

(1. 郑州大学 信息工程学院, 郑州 450001; 2. 河南交通职业技术学院, 郑州 450052)

摘要: 针对智慧城市建设对智能交通的需要, 设计了一种基于物联网技术的智能路边停车场管理系统; 该系统采用地磁传感器作为信息采集设备, 利用 ZigBee 和 GPRS 无线通信技术实现数据的远程传输; 应用 MySQL 数据库、tomcat 6.0 服务器搭建后台信息管理服务器, 实现对多个路边停车场的统一管理; 实地测试表明, 系统稳定可靠, 检测准确率达到了 98%, 成功实现了信息的实时及时发布和智能化管理, 可以应用于实际的城市路边停车场管理。

关键词: 物联网; 路边停车场; 地磁传感器; 智能化管理

Research and Implementation of On—street Parking Management System

Hou Weiyang¹, Cui Yuan², Dang Mang¹

(1. School of Information Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China;

2. Henan Communication Vocational technology College, Zhengzhou 450052, China)

Abstract: Considering the intelligent transportation's need in wisdom urban construction, an intelligent On—street Parking Management System based on IOT technology was designed in this paper. The system adopt geomagnetic sensor as information—aware device and used ZigBee and GPRS wireless communication technology to realize wireless transmission of data. Applying MySQL database and tomcat 6.0 server, information management server was built to achieve unified management of multiple on—street parkings. Field tests showed that the system is stable and reliable, detection accuracy reached 98%, and have successfully achieve the timely release and intelligent management of information, can be applied to the actual urban on—street parking management.

Keywords: IOT; on—street parking; Geomagnetic sensors; intelligent managemen

0 引言

随着城市机动车保有量逐年增加, 停车场资源已经很难满足现有停车需求, 停车难的问题越来越严重。车辆驾驶员不能及时获取停车位信息和停车场管理效率低下一定程度上也加剧了交通的拥堵^[1]。目前智能停车场的设计方案和停车场智能引导系统已经推出不少, 但是仍然有很多不足, 只能应用在单个封闭式的停车场, 不能服务于露天开放式停车场。

为了解决停车位检测和信息发布不及时的问题, 本文提出了一种基于 ZigBee 和 GPRS 无线通信技术的停车场信息感知发布和管理系统。该系统结合 ZigBee 和 GPRS 通信技术, 采用无线传感器网络检测停车位状态, 然后使用 GPRS 远程传输数据, 将数据传输到远端 Web 服务器, 用户和管理员均可以在网站上实时查询, 提高了停车场管理效率。

1 系统网络架构设计

为了实现数据传输的低成本和准确高效, 本文设计采用 ZigBee、GPRS、Internet 三层网络架构将停车场信息接入互联网的分布式系统架构, 如图 1 所示。

第 1 层为 ZigBee 无线传感网络, 主要由分布在停车位下方的 ZigBee 节点以星状拓扑结构组成。该 ZigBee 节点与地磁

传感器相连, 负责采集停车场车位状态。所有停车场信息汇集到 ZigBee 协调器节点, 协调器与中继网关主控制器通过串口交换数据, 数据在中继网关主控制内集中处理。第 2 层为 GPRS 网络, 中继网关主控制器通过 UART 接口与 GPRS 模块相连, 发送 AT 指令控制模块与服务器建立 GPRS 数据连接, 最终实现数据的远程传输。第 3 层为 Internet, 用户或管理员可以使用个人电脑或移动终端设备根据权限登录远端 WEB 服务器, 查看和管理停车场车位信息。

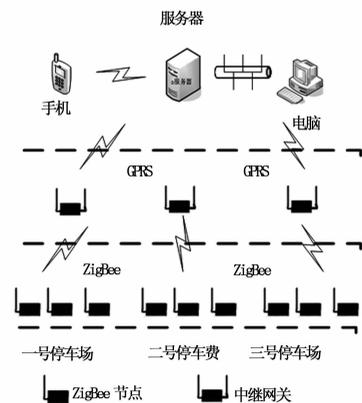


图 1 系统网络总体架构

收稿日期:2014-05-28; 修回日期:2014-06-30。

基金项目:国家自然科学基金项目(60974097)。

作者简介:侯维岩(1964-),男,河南郑州人,教授,硕士研究生导师,主要从事工业无线通信技术方向的研究。

该设计方案有 3 个优点:

1) 便于系统部署。露天停车场车位分布现场比较混乱, 采用 ZigBee 网络节点构建的无线分布式系统便于灵活部署采

集节点, 免除布线工作和设备移动的烦扰。

2) 适用范围更广。上层采用 GPRS 网络, 改变了传统无线传感器网络需要依托有线公共网络进行远程数据传输的限制, 不需要在每个停车场配备不间断工作的个人电脑和网络, 适用范围更广, 并节省了大量的能耗。

3) 节省成本。多个停车场的接入同一台 WEB 服务器, 建立统一的信息发布和管理平台, 节省成本的同时提高了管理效率。

2 系统硬件设计

2.1 ZigBee 节点设计

ZigBee 节点处在整个管理系统的最低端, 起到了采集停车场车位使用状况的作用。节点每隔 30 s 读取一次地磁传感器状态, 将采集数据与上次数据进行比较, 如果发生变化, 则通过 ZigBee 星状网络将数据无线传输到协调器节点; 如果没有变化, 则不再发送数据。不仅降低了节点能耗, 而且避免了大量节点同时上传数据时可能产生的数据拥堵。

ZigBee 节点硬件设计主要包括 6 个部分: CC2530、电源电路、按键电路、LED 电路、地磁传感器和射频电路, 结构原理图如图 2 所示。

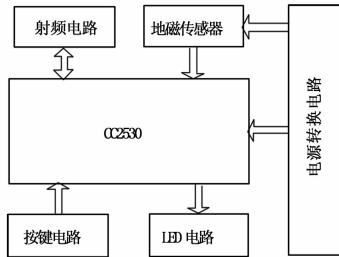


图 2 ZigBee 节点结构原理图

地磁传感器采用停车场专用 DC-1 型地磁传感器, 该传感器利用车辆通过道路时对地球磁场的影响来完成车辆检测, 与传统检测器相比, 具有安装尺寸小、灵敏度高、施工量小、使用寿命长、对路面的破坏小等优点^[2]。该传感器输出信号为数字信号, 可以直接与 CC2530 的 I/O 相连, 接口电路如图 3 所示。CC2530 的 P0 端口与地磁传感器的输出管脚相连, 通过内部寄存器设置为普通 I/O 口, 输入模式和上拉结构。当车辆进入车位之后, 地磁传感器输出管脚由高电平变化为低电平, 离开之后重新恢复高电平。CC2530 通过电平的高低判断停车位的状态。

供电电源采用 5 V 锂电池, 电源转换电路采用 AMS1117 芯片, 实现 5 V 到 3.3 V 的转换, 为 CC2530 提供电源。地磁传感器额定供电电压直流 5 V, 不需要转换。

2.2 中继网关的设计

中继网关位于无线传感器网络和后台的互联网网络之间, 主要完成协议转换、数据转发和管理控制等功能。一方面作为协调器节点与底层 ZigBee 节点组建星状网络, 负责 Zigbee 网络的组建、ZigBee 节点的加入以及删除等网络维护工作。另一方面对无线传感器网络上传的数据进行校验, 添加停车场的唯一编码, 完成数据格式的转换, 通过控制 GPRS 模块连接以

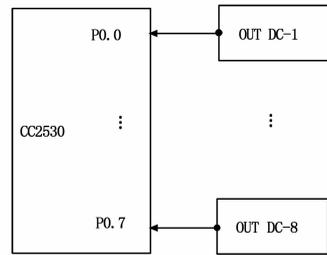


图 3 CC2530 与地磁传感器接口电路

太网实现数据的上传。

考虑到中继网关负责整个网络的管理和数据的收发, 需要大量的内存, 并要求具有较高的数据吞吐率和处理能力, 因此中继网关硬件电路以 STM32F103 系列单片机为核心。中继网关结构原理图如图 4 所示。

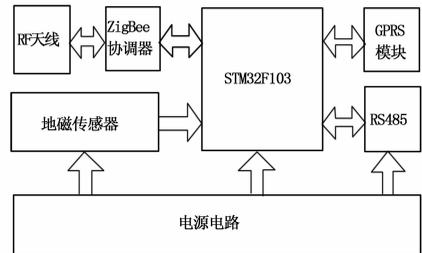


图 4 中继网关结构原理图

ZigBee 协调器模块仍然采用 CC2530 芯片。GPRS 模块采用华为 MG323, 该模块是华为公司推出的一款工业级的无线通信 GPRS 模块, 支持 GSM/GPRS 通信, 内嵌 TCP/IP 协议栈, 支持透传模式数据传输。而且集成了射频天线、SIM 卡连接、RS232 通信等接口电路, 集成度高, 性能稳定^[3]。

中继网关主控制与 ZigBee 协调器和 GPRS 模块之间均采用 RS232 串口通信, 使用 STM32F103 提供的 USART1 接口和 USART2 接口。STM32F103 引出多个 I/O 端口, 与地磁传感器有线方式相连, 使中继网关同时具备数据采集功能, 提高了设备的通用性。

3 GPRS 模块与服务器通信的实现

GPRS 网络是一种以分组交换技术为基础, 传输数据及指令的高效数据传输网络。GPRS 模块的透传功能是一种对数据不进行压缩和格式转换, 直接在 TCP/UDP 层传输的数据传输模式^[4]。用户只需根据应用场合自定义透传配置参数, 简化了数据发送过程中的操作步骤。

MG323 模块的透传功能对华为原有模块透传方案进行综合和改进。在该系统中, 中继网关控制器通过向 MG323 串口发送 AT 指令实现 socket 连接和传输数据功能。具体代码实现如下:

```
while (1)
{
    if(rec_f==1){
        rec_f=0;
```

```

USART_OUT(USART1,"ATE0\r\n");
Delay(0x1322124);
USART_OUT(USART1,"AT+SICS=0,conType,GPRS0\r\n");
Delay(0x1322124);
USART_OUT(USART1,"AT+SICS=0,apn,cmnet\r\n");
Delay(0x1322124);
USART_OUT(USART1,"AT+SISS=0,conId,0\r\n");
Delay(0x1322124);
USART_OUT(USART1,"AT+SISS=0,svrTyp,Socket\r\n");
Delay(0x1322124);
USART_OUT(USART1,"at+siSS=0,address,socktcp://
115.158.112.55;10000\r\n");
Delay(0x1322124);
USART_OUT(USART1,"AT+SISO=0\r\n");
Delay(0x1322124);
USART_OUT(USART1,"AT+IPENTRANS=0\r\n");
Delay(0x1322124);    USART_OUT(USART1,&TxBuffer1
[0]);
Delay(0x1322124);
USART_OUT(USART1,"+++");
if(a==0){
GPIO_SetBits(GPIOB,GPIO_Pin_5;a=1;
else{GPIO_ResetBits(GPIOB,GPIO_Pin_5;a=0;}} }
    
```

4 信息管理服务器的设计

该系统基于 Java EE 平台构建 B/S 架构的信息管理服务器, 该架构是目前最流行的 Web 开发应用架构之一。采用 tomcat 6.0 作为 Web 应用软件容器, MySQL 数据库用来存储数据, 使用 MyEclipse 8.5 集成开发环境开发服务器端的 Web 应用程序^[5]。

该服务器做为停车场数据发布和管理中心, 主要包括停车场信息管理模块、WEB 信息发布模块、计费统计模块、数据传输模块、权限管理模块、用户管理模块^[6]。如图 5 所示。

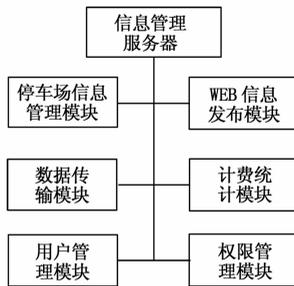


图 5 信息管理服务器结构图

停车场信息管理模块负责建立行政区域, 并对行政区域内的停车场信息进行有效管理, 实现增删改查停车场和停车位信息。

WEB 信息发布模块将现有停车场和停车位信息以 WEB 页面的形式发布到互联网上。用户通过浏览器登录服务器, 进入发布界面, 停车场的位置和使用状况标注在百度地图上。

数据传输模块是服务器的主要通信接口, 一方面负责接收

中继网关和停车场控制中心上传的停车场数据, 并将数据帧解析之后存入数据库相应表中。另一方面负责与停车场管理员手持设备进行通信, 发送停车位状态变化信息提示管理员及时收费。

计费统计模块通过对数据库的查询, 统计现有停车场各车位的历史使用时间, 再根据各停车场的收费标准计算出停车费用。

用户管理模块负责用户注册, 登录校验, 用户信息的管理及维护等。

5 测试结果分析

为了验证露天停车场信息管理系统的可靠性和实时性, 在某露天停车场部署了测试系统。

该露天停车场测试车位 12 个, 将多个感知节点放置在停车位的不同位置(中间、左前方、右前方等), 选择晴天、阴天、下雨等 3 种不同天气条件, 同时在自行车、电动车等非机动车干扰条件下, 选择了多个不同的轿车车型共进行了 56 测试, 成功感知 55 次, 1 次感知失败, 测试结果见表 1。

表 1 测试结果表

传感器位置	车型	总次数	成功次数	成功率/%
居中	轿车	18	18	100
靠前	货车	18	18	100
靠后	轿车	20	19	98

本系统能有效地避免了行人、非机动车等其他障碍物的干扰, 总感知准确率达到 98%, 数据传输可靠, 网络稳定性好, 完全满足实际露天停车场的信息管理需要。

6 结束语

本文设计了一种路边停车场信息管理系统, 该系统利用成熟的 Zigbee 2.4 G 和 GPRS 无线通信技术, 实现了停车场车位信息的采集和管理。在整个城市范围内应用该露天停车场信息管理系统, 一方面优化了单个停车场的收费管理, 另一方面统一调配周边的停车场的停车位资源, 实现智慧城市建设中的数据搜集, 具有较高的经济效益和社会效益。

参考文献:

- [1] 李丹. 智能停车场 Web 车位引导的设计与实现 [J]. 韶关学院学报, 2013, 34 (2): 243-246.
- [2] 马珊珊, 程明霄, 蒋书波, 等. 基于地磁传感器的车辆检测系统的研究 [J]. 机床与液压, 2012, 31 (2): 591-593.
- [3] 宋冬, 廖杰, 陈星, 等. 基于 ZigBee 和 GPRS 的智能家居系统设计 [J]. 计算机工程, 2012, 38 (23): 243-246.
- [4] 李红岩, 高阳东, 闫晓茹. 基于 GPS+GPRS 的嵌入式校园定位导航系统 [J]. 计算机测量与控制, 2013, 21 (12): 3373-3379.
- [5] 陶冶, 邓翔宇. 基于 ZIGBEE 和 GPRS 的仓库安全移动预警系统设计 [J]. 自动化与仪器仪表, 2013, 1: 79-83.
- [6] WANG Wen-cheng, Li Jian. The Design of an Open Laboratory Information Management System based upon a Browser/Server (B/S) Architecture [J]. World Transactions on Engineering and Technology Education, 2013, 11 (1): 41-45.